PART6　希薄溶液の性質②(凝固点降下・冷却曲線)

目標　・凝固点降下と冷却曲線の関係をしっかりと理解しよう！

Chapter1　凝固点降下

要点

凝固点降下

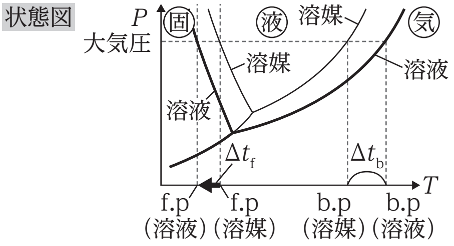
・希薄溶液の凝固点は，溶媒の凝固点に比べて低くなる。

◆ 凝固点降下　重要

状態図を使って確認してみよう。

「希薄溶液の蒸気圧は溶媒の蒸気圧に比べて低くなる(蒸気圧降下)」ということがわかったので，溶媒の蒸気圧曲線を下にずらしたものが溶液の蒸気圧曲線となる。

それにともない，融解曲線も下にずれることがわかる。すなわち，凝固点が低くなる。



このように，希薄溶液の凝固点は溶媒の凝固点に比べて低くなる。この現象を**凝固点降下**という。

まとめ

・希薄溶液の凝固点は，溶媒の凝固点に比べて（　　　　　）なる。この現象を（　　　　　　　）という。

Chapter2　凝固点降下度Δt_fとその計算

要点

凝固点降下度Δt_fとその計算

・凝固点降下度Δt_f：希薄溶液の凝固点と溶媒の凝固点の差

$\Delta t_f = K_f \times m$　　K_f：モル凝固点降下（比例定数）単位は（K・kg/mol）

m：質量モル濃度（mol/kg）

◆ 凝固点降下度Δt_fとその求め方　重要

「溶媒に比べて，どれだけ凝固点が降下したか」すなわち「希薄溶液と溶媒の凝固点の差」を**凝固点降下度**（Δt_f）という。

凝固点降下度Δt_fの求め方を考えてみよう。

希薄溶液の濃度が高くなるほど蒸気圧曲線は下にずれる。それにともない，融解曲線も下にずれるため凝固点は低くなる。すなわち，希薄溶液の濃度が高いほど，凝固点は低くなる（凝固点降下度Δt_fが大きくなる）。

以上より，希薄溶液の質量モル濃度をm(mol/kg)とすると，凝固点降下度Δt_fは次のように求めることができる。

$\Delta t_f = K_f \times m$　　　K_f：モル凝固点降下（溶媒固有の比例定数）

この式を使って凝固点降下度Δt_fを求めるとき，溶質が電解質のときには「何粒に電離するか」を確認し，濃度mにその数をかけることを忘れないようにしよう。

例題

ある不揮発性の非電解質27.36gを水200gに溶解させた水溶液の凝固点は－0.740℃であった。この非電解質の分子量はいくらか。ただし，水のモル凝固点降下は1.85(K・kg/mol)とする。

考え方

凝固点が－0.740℃であったことから，凝固点降下度Δt_fは次のようになる。

$$\Delta t_f = 0 - (-0.740) = 0.740(℃)$$

これより，非電解質の分子量をMとすると次の式が成立する。

$$\Delta t_f = 1.85 \times \frac{\frac{27.36}{M}}{\frac{200}{1000}} = 0.740 \qquad M = \underline{\underline{342}}$$

まとめ

・モル凝固点降下を K_f(K・kg/mol)，溶液の質量モル濃度を m(mol/kg)とすると，凝固点降下度 Δt_f は次のように表すことができる。Δt_f ＝ (　　　　　　)

Chapter3　冷却曲線と凝固点降下度 Δt_f

要点

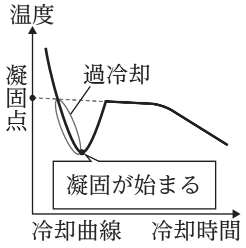
冷却曲線と凝固点降下度 Δt_f

・溶媒と溶液の冷却曲線から凝固点降下度 Δt_f を求めることができる。

◆ 冷却曲線と凝固点降下度　重要

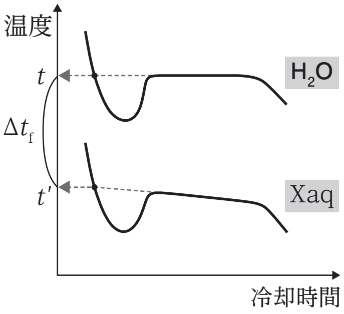
冷却曲線（溶媒や溶液を冷却したときの温度変化を表すグラフ）について思い出してみよう。

冷却曲線は右図のようなグラフで，ポイントは以下である。



・グラフの一番低い点で凝固が始まる。
（過冷却：凝固点を過ぎても凝固が始まらない現象）
・凝固開始予定点が凝固点となる。

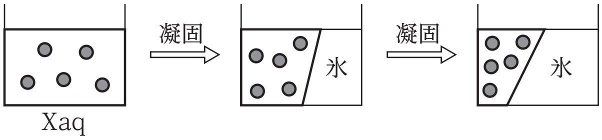
水の冷却曲線と水溶液の冷却曲線を並べると右のグラフのようになる。



２つのグラフの凝固点の差が凝固点降下度 Δt_f となる。

※凝固が始まっても，水溶液の温度が下がり続けている（右下がりのグラフになっている）理由

溶液を冷却すると，溶媒が凝固するため溶液の濃度が上昇し，それにともない凝固点が降下し続ける。



まとめ

・溶媒と溶液の冷却曲線からわかる各凝固点の差が，溶液の（　　　　　　　　）となる。

Chapter4　演習問題

問　次の①～⑤のうち，最も凝固点が低い溶液を選びなさい。ただし，電解質は水中で完全に電離するものとする。

① 0.080mol/kg グルコース $C_6H_{12}O_6$ 水溶液
② 0.080mol/kg 塩化ナトリウム NaCl 水溶液
③ 0.080mol/kg 塩化カルシウム $CaCl_2$ 水溶液
④ 0.100mol/kg 塩化ナトリウム NaCl 水溶液
⑤ 0.200mol/kg スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$ 水溶液

第 4 講　PART6　確認問題

問 1　水のモル凝固点降下を 1.85(K・kg/mol)とし，電解質は水中で完全に電離するものとすると，0.020mol/kg の塩化カリウム水溶液の凝固点は（　ア　）℃になる。

一方，0.020mol/kg の塩化マグネシウム水溶液の凝固点は（　イ　）℃になるので，同じ濃度では，凝固点は（　ウ　）ことがわかる。

(1)　文中の（　ア　）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　− 0.037　　②　− 0.074
③　− 0.111　　④　− 0.148

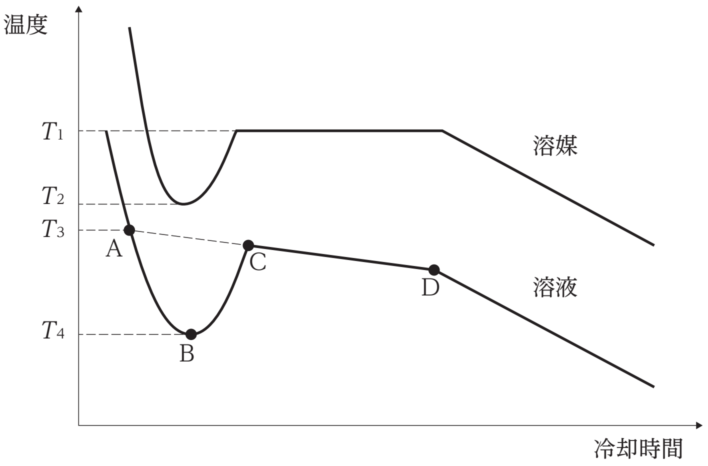
(2)　文中の（　イ　）に当てはまる数として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　− 0.037　　②　− 0.074
③　− 0.111　　④　− 0.148

(3)　文中の（　ウ　）に当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選べ。

①　塩化カリウム水溶液の方が低い
②　塩化マグネシウム水溶液の方が低い
③　等しくなる

問 2　次の図は，ある溶媒とその溶媒に溶質を溶かした溶液の冷却曲線を表している。この図について，後の問いに答えよ。



(1)　溶液の凝固点降下度を表しているものとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　$T_1 - T_3$　　②　$T_1 - T_4$

③　$T_2 - T_3$　　④　$T_2 - T_4$

(2)　実際に溶液の凝固が始まる点として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　A　　②　B

③　C　　④　D

第４講　溶液

PART1　溶解と濃度

問　7.3%

PART2　固体の溶解度

問　48g

PART3　気体の溶解度①

問　④・⑥

PART4　気体の溶解度②

問　①　4.4×10^{-3}mol　　②　49mL

PART5　希薄溶液の性質①蒸気圧降下・沸点上昇

問　180

PART6　希薄溶液の性質②凝固点降下・冷却曲線

問　③

PART7　希薄溶液の性質③浸透圧

問　2.93 g

PART8　コロイド

問　⑤

第 4 講　PART6　確認問題　解答

問 1

(1)　②

解説：

塩化カリウム KCl は水中で K^+ と Cl^- に電離するため，粒子の質量モル濃度は 0.020 × 2 となる。よって，凝固点降下度 $\Delta t_f = K_f \times m = 1.85 \times 0.020 \times 2 = 0.074$ となるので，凝固点は 0 − 0.074 = − 0.074℃となる。

(2)　③

解説：

塩化マグネシウム $MgCl_2$ は水中で Mg^{2+} と $2Cl^-$ に電離するため, 粒子の質量モル濃度は 0.020 × 3 となる。よって，凝固点降下度 $\Delta t_f = K_f \times m = 1.85 \times 0.020 \times 3 = 0.111$ となるので，凝固点は 0 − 0.111 = − 0.111℃となる。

(3)　②

解説：

同じ質量モル濃度では，$MgCl_2$ の方が電離したときの粒子数が多いので，粒子の質量モル濃度も大きい。よって，凝固点が低くなる（凝固点降下度が大きくなる)。

問2

(1) ①

解説：

凝固開始予定点が凝固点となるので，溶媒の凝固点は T_1，溶液の凝固点は T_3 である。各凝固点の差が溶液の凝固点降下度になることから，溶液の凝固点降下度は $T_1 - T_3$ で表される。

(2) ②

解説：

凝固が始まるのは曲線部分の一番低い点なので, B である。